IL PLOTTER

I plotter sono periferiche molto simili alle stampanti in grado di produrre, quando ricevono dall'elaboratore i dati in un formato a loro congeniale, disegni, grafici, linee spezzate o continue con una qualità ed una risoluzione molto superiore a quella delle stampanti stesse.

I plotter vengono generalmente utilizzati per produrre i supporti cartacei necessari per quelle applicazioni che richiedono all'elaborato finale delle caratteristiche che le stampanti non sono in grado di fornire; esempi tipici sono i progetti costruttivi realizzati dagli architetti, i disegni esplosi di qualsiasi dispositivo meccanico, o lo sbrogliato di un circuito stampato.
I software che permettono la creazione di questi file grafici, e che sono in grado di generare le informazioni di stampa comprensibili dai plotter, fanno parte di sistemi chiamati *CAD* (Computer Aided Design), che richiedono per il loro funzionamento anche altri elementi di ingresso ed elaborazione dei dati:

I disegni di progetto per un dispositivo qualsiasi possono essere prodotti con un plotter

Il plotter è l'ultimo elemento della catena di progetto, e viene utilizzato nella fase finale di progetto

- *CPU* (Central Process Unit) ad alto rendimento con acceleratori grafici. Queste possono essere inserite in PC compatibili di alto livello oppure in stazioni di lavoro grafiche;
- *coprocessore matematico*, per accelerare l'elaborazione vettoriale dei dati e perciò la generazione del disegno;
- *monitor ad alta risoluzione e basso irraggiamento*, con i quali è possibile lavorare direttamente e per lungo tempo;
- *mouse e/o tavoletta grafica* per puntare gli oggetti e per selezionare i comandi.

Come alternativa al plotter, per eseguire stampe di prova, si possono utilizzare delle comuni stampanti. Il plotter viene utilizzato soprattutto dai disegnatori professionisti che operano nei laboratori tecnici di ricerca e sviluppo e nei centri CAD/CAM/CAE (*Computer Aided Design*: disegno eseguito con il computer, *Computer Aided Manufactoring*: catene di montaggio gestite da computer, *Computer Aided Engineering*, progettazione assistita dall'elaboratore). Il plotter è l'ultimo elemento della catena di progetto, e viene utilizzato nella fase finale dell'elaborazione: dopo che sono stati sviluppatj i calcoli e si è verificato il risultato sullo schermo, viene eseguita la stampa finale. Anche i progettisti dei master per i circuiti stampati usano molto spesso il plotter, poiché con questo dispositivo sono in grado di produrre direttamente su lucido tutti gli elementi necessari per la realizzazione della scheda: lo sbrogliato delle piste, il layout dei componenti, la maschera serigrafica, il piano di foratura, ecc.

Serie DPX della Roland con ottimizzazione vettoriale

I plotter termici garantiscono una risoluzione molto alta senza agenti contaminanti

CLASSIFICAZIONE DEI PLOTTER

I plotter vengono raggruppati in funzione della tecnica di stampa utilizzata. Di seguito vengono elencati alcuni modelli che sfruttano le tecnologie più attuali:
- *elettrostatici*,
- *termici o a trasferimento termico*,
- *laser*,
- *a getto di inchiostro*,
- *a pennino*,
- *fresatori* (servono per stampare, ma anche per incidere alcuni tipi di materiali).

Tra le diverse tecniche di stampa bisogna ricordare anche quella a colori. Tutti i metodi utilizzati per inviare al supporto cartaceo i grafici o i disegni hanno una base comune, costituita da un dispositivo elettromeccanico in grado di tradurre le

istruzioni elaborate dal computer negli opportuni spostamenti della carta e del pennino (se il plotter è di questo tipo) necessari per generare le linee rette e le curve richieste per la stampa di un qualsiasi disegno o testo. Bisogna tener presente che il funzionamento del plotter è fondato sull'elaborazione vettoriale dell'informazione inviata dal computer; per meglio definire questo concetto viene utilizzato un esempio molto semplice che permette di comprendere la differenza che esiste tra *disegno vettoriale* e *disegno bitmap* (mappa di bit). Si supponga di dover stampare una linea retta: nel caso di elaborazione vettoriale il computer invia al plotter una informazione che comprende le coordinate iniziale e finale della linea, e il suo spessore. Nell'elaborazione bitmap, tipica della stampa grafica eseguita con le stampanti ad aghi, l'informazione inviata dal computer è relativa a ciascun punto, per cui non si può parlare di oggetto ma di insieme di punti.

PLOTTER A PENNINO

Queste apparecchiature sono state le prime ad essere commercializzate e ancora oggi sono molto utilizzate, anche se le loro caratteristiche hanno subito una notevole evoluzione sia per quanto riguarda la velocità che per quanto concerne la qualità di stampa. I diversi modelli si possono distinguere in funzione della grandezza della carta utilizzata e del modo in cui avviene lo spostamento del pennino:

- *plotter piano*: la carta viene fissata su di una superficie orizzontale, mentre il pennino si sposta su di un piano XY. Queste apparecchiature sono generalmente piuttosto lente, e il formato massimo consentito per il supporto cartaceo è l'A3;
- *plotter a foglio mobile*: quando si lavora con supporti di dimensioni molto grandi non è conveniente e neppure pratico costruire una base enorme per posizionarli; di conseguenza si utilizzano i plotter a foglio mobile, che sono dispositivi nei quali il foglio viene spostato su di un asse o arrotolato su di un tamburo per mezzo di rotelline di trascinamento, e il pennino si sposta solamente in senso orizzontale sull'asse perpendicolare.

Nei plotter a pennino meritano particolare attenzione i pennini stessi. Esistono in commercio moltissimi tipi di pennini, la cui diversità dipende

Le stampanti laser da ufficio vengono a volte utilizzate per la stampa di disegni CAD

Il principio di funzionamento del plotter è basato sull'elaborazione vettoriale dell'informazione inviata dal calcolatore

Nel plotter elettrostatico il pennino è costituito da una punta catodica che disegna su una carta elettro-sensibile

dalla velocità dei plotter, dal materiale che si utilizza per il disegno e dalla lunghezza della vita della penna stessa.
Generalmente si è portati a pensare che un disegno debba essere riprodotto su di un foglio di carta. Non sempre questo è vero, poiché a volte è necessario stampare su fogli lucidi, su acetati, oppure creare dei cliché. Le differenze sostanziali che esistono tra i diversi tipi di supporto sono dovute alla rugosità, all'assorbimento dell'inchiostro, alla trasparenza, ecc.

PLOTTER ELETTROSTATICO

In queste apparecchiature il pennino è sostituito da una punta catodica che disegna un'immagine virtuale su di un supporto elettrosensibile. Al termine del tracciamento elettrostatico il disegno viene portato a contatto con il toner, le cui particelle vengono attratte dalle cariche statiche presenti sul supporto, sulle quali si fissano. La caratteristica principale di questo tipo di plotter è la sua velocità. Inizialmente la loro qualità di stampa era inferiore a quella dei plotter a pennino, ma attualmente ha raggiunto livelli pari se non superiori a questi ultimi. A causa degli elevati volumi di produzione e dell'impegno economico richiesto, queste apparecchiature sono quasi esclusivamente utilizzate a livello industriale in abbinamento a grandi sistemi di sviluppo CAD.

La tecnologia MHT (testine al magnesio) consente di ottenere disegni di grande qualità a velocità elevate

Oltre alla possibilità di gestire fogli dall'A0 all'A4, è possibile collegare lettori scanner per leggere le mappe

PLOTTER A GETTO DI INCHIOSTRO

Sono di recente costruzione, e utilizzano una testina speciale che sfrutta una tecnica conosciuta con il nome di *getto di inchiostro*. I meccanismi di movimento della carta e della testina sono quelli tradizionali e comuni a tutti i plotter; la differenza è insita nell'elemento di disegno. Esistono due modalità, tecnologicamente diverse, per la produzione del getto di inchiostro: *termica* o a getto di bolle, *piezoelettrica*. Ambedue utilizzano inchiostro liquido, mentre un altro sistema, definito *a cambio di fase*, impiega inchiostro in polvere; quest'ultimo non è però molto utilizzato a causa soprattutto della bassa velocità di stampa e del costo dell'apparecchiatura. Nel sistema a bolle è presente un contenitore dotato di un riscaldatore per ciascun colore fondamentale (ciano, magenta, giallo e nero). Quando viene inviato un determinato segnale elettrico, il fornello scioglie una piccola goccia di inchiostro che viene espulsa verso la carta. Successivamente la cartuccia contenente l'inchiostro raffredda nuovamente il conte-

nitore. Il principio di funzionamento su cui si basa la tecnica piezoelettrica è molto simile. Un cristallo piezoelettrico sostituisce l'elemento riscaldatore, e quando viene applicata tensione ai suoi capi le vibrazioni che questo produce fanno sciogliere le gocce di inchiostro. A volte in questi sistemi viene utilizzata anche aria, in modo da aumentare la pressione di espulsione dell'inchiostro e rendere più rapida la stampa.

Alcuni costruttori hanno progettato plotter a pennini con raccoglitori di fogli molto capienti e rilevatori del livello dell'inchiostro

PLOTTER A TRASFERIMENTO TERMICO

La testina di stampa è costituita da una serie di resistenze di piccole dimensioni. Questa testina trasferisce il calore a una carta termosensibile che reagisce allo stesso restituendo un colore (il colore può essere nero, rosso, azzurro, ecc.). Il vantaggio di questi tipi di plotter è dovuto principalmente alla loro estrema pulizia, poiché non richiedono l'impiego di inchiostro come i pennini, e neppure di toner. Tuttavia, presentano il grande svantaggio di funzionare solo con carta speciale. Questo sistema è probabilmente il più economico, ma presenta un inconveniente piuttosto importante che bisogna considerare nel contesto del lavoro svolto: la carta termica tende con il tempo a deteriorarsi, per cui i disegni prodotti con queste apparecchiature diventano pressoché inutilizzabili dopo alcuni anni di conservazione.

PLOTTER FRESATORI

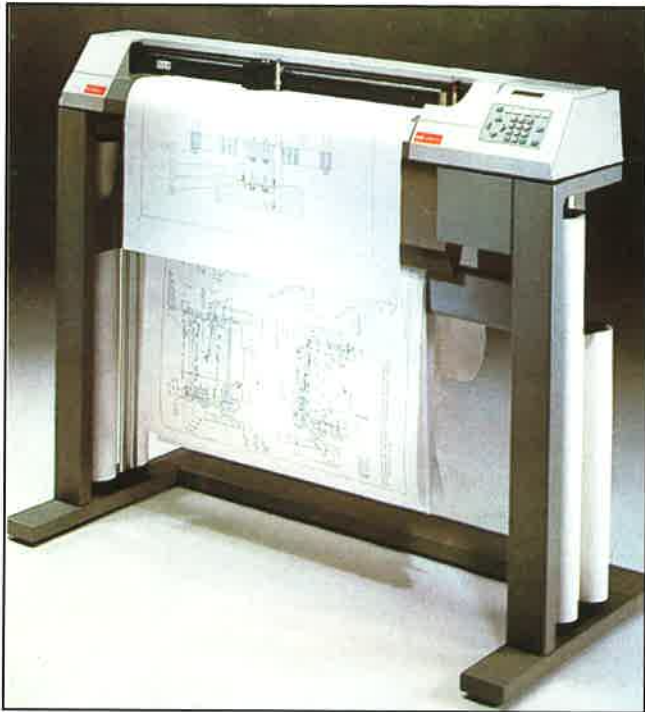
Sono utilizzati in parecchi settori, ed in particolare nel settore elettronico per la produzione diretta dei circuiti stampati poiché sono in grado di eseguire anche dei fori. I plotter di questo tipo sono più modesti e dispongono di un unico pennino intercambiabile che può essere quello richiesto per la produzione di un normale disegno, modalità nella quale il plotter funziona normalmente, oppure quello necessario per tagliare o incidere; in quest'ultimo caso è costituito da una punta in acciaio, ceramica o zaffiro.

Plotter per incisione della Graphtec

CARATTERISTICHE DEI PLOTTER

Un passo da 0,0125 mm può essere considerato idoneo per ottenere una buona risoluzione

Di seguito vengono elencate le caratteristiche più importanti che devono essere valutate per definire la qualità di un plotter:

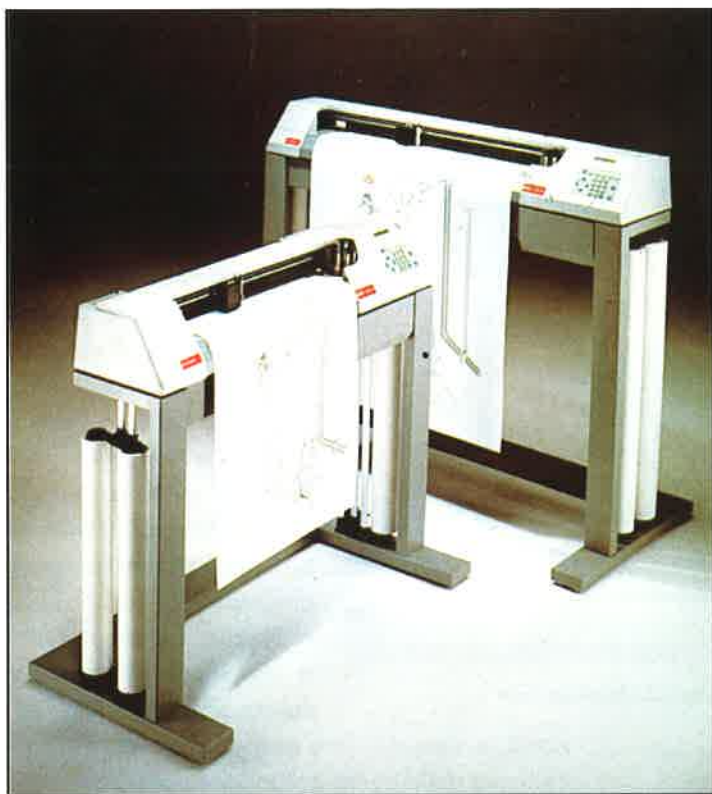
- *passo incrementale*: il movimento degli elementi di disegno di tutto il plotter si ottiene grazie a dei servomotori, o motori passo-passo, nei quali la

Plotter a pennino in formato A0 con taglio e raccolta carta automatici

rotazione viene attuata per piccoli giri equiangolari. Ciascuno di questi giri è conosciuto con il nome di passo. Per mezzo di sistemi meccanici questi passi vengono convertiti in movimenti lineari perpendicolari. Il passo incrementale nei plotter da tavolò è normalmente compreso tra 0,1 e 0,05 mm, e per ottenere un valore di risoluzione che può definirsi buono è sufficiente un passo di 0,0125 mm. Se l'incremento minimo di spostamento che il plotter può eseguire su entrambi gli assi è piuttosto elevato, quando viene tracciata una linea retta obliqua rispetto agli assi X e Y compare l'effetto scala;

Sono disponibili plotter termici ad alta risoluzione: oltre 400 punti per pollice

- *risoluzione*: caratteristica simile alla precedente espressa generalmente in punti per pollice, soprattutto per i plotter elettrostatici e termici. Una risoluzione di 200 dpi (dots per inch, punti per pollice) è considerata di media qualità. Esistono plotter termici che raggiungono valori di risoluzione superiori ai 400 punti per pollice;
- *precisione di posizione statica*: è la precisione con cui il sistema è in grado di posizionare il pennino a determinate coordinate comprese sulla superficie di disegno. Viene espressa in millimetri o in pollici. La maggior parte dei plotter è dotata di un sistema di autocalibrazione iniziale per verificare la correttezza dello spostamento del pennino. La sequenza normalmente utilizzata consiste nel posizionare il pennino in diversi punti di riferimento che il plotter ha già memorizzato;
- *velocità di disegno*: indica la velocità massima di spostamento del pennino sulla carta. Viene espressa in millimetri al secondo o in pollici al secondo. In plotter modesti questa velocità oscilla tra 100 e 200 mm/s, mentre nei più veloci è possibile raggiungere velocità superiori ai 1.400 mm/s. Si possono definire due tipi di velocità:
  * *velocità assiale*, che definisce la velocità di spostamento del pennino lungo la sua guida,
  * *velocità diagonale*, che definisce la velocità risultante tra quella del pennino e quella del carrello.

Oltre alla velocità massima, si devono considerare alcuni fattori ad essa correlati:
- *accelerazione*: questo parametro indica la rapidità con cui viene cambiata la velocità. Con una maggior accelerazione si raggiunge più veloce-

Plotter termico in formato A0 della Océ Graphics

Plotter a fogli singoli e a rullo in formato A1 e A0

mente la velocità massima. Ad esempio, con una accelerazione di 4 secondi si raggiunge la velocità massima in una frazione di pollice, per cui quasi tutto il disegno viene eseguito a questa velocità. Accelerazioni di 6 secondi sono attualmente considerate alte;

- *tempo di risposta del pennino*: i pennini vengono portati a contatto della carta per mezzo di elettromagneti, i cui tempi di risposta *up* (verso l'alto) e *down* (verso il basso) possono variare tra 2 e 10 millisecondi, rispettivamente;
- *numero di pennini e di colori*: la maggior parte dei plotter è dotata di un gruppo di pennini con colori diversi che possono essere utilizzati dal disegnatore in funzione delle proprie necessità;
- *funzionamento "on-line" e "off-line"*: quando il plotter lavora collegato direttamente al computer in tempo reale, vale a dire in modalità *on-line*, provoca una occupazione della CPU che impedisce l'esecuzione di altri possibili lavori. Spesso, attendere che il plotter termini il suo lavoro si ripercuote sul rendimento complessivo del sistema informatico, causando anche delle perdite economiche. Per questa ragione si cerca di dotare il plotter di floppy o di hard disk sui quali viene scaricato il file che deve essere stampato, in modo da lasciare il calcolatore libero per altre operazioni. Quest'ultima modalità operativa viene definita *off-line*;
- *firmware interno*: comprende i programmi memorizzati nella EPROM interna al plotter, per mezzo dei quali è possibile transcodificare le informazioni provenienti dal computer nelle coordinate vettoriali necessarie per disegnare cerchi, linee, ellissi, ecc. Inoltre, i plotter consentono anche la stampa di testi con caratteri di diverso tipo e simboli speciali.

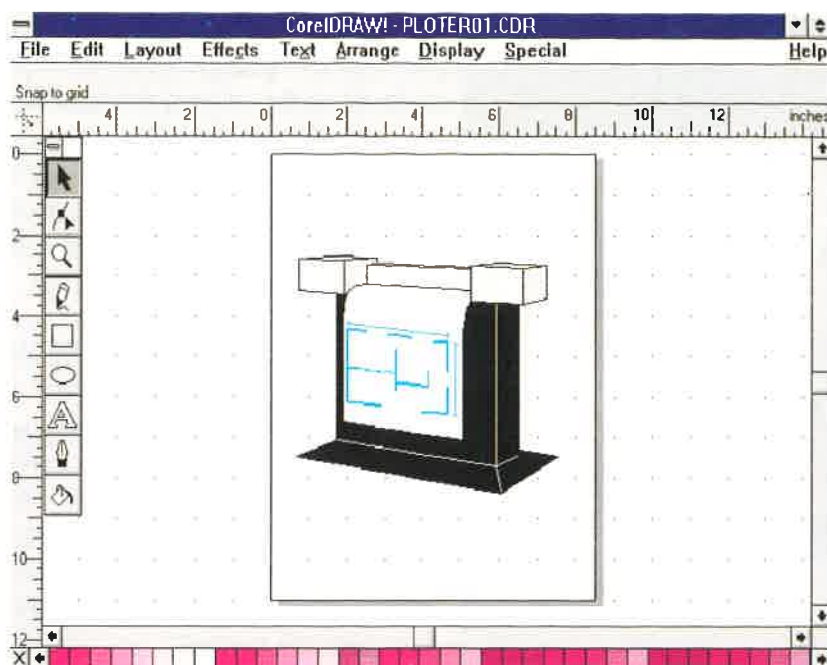
Le interfacce più utilizzate sono:

- *parallela Centronics,*
- *porta seriale RS232,*
- *loop di corrente a 20 mA,*
- *IEEE 488,*
- *SCSI e SCSI/2 ad alto rendimento,*
- *local talk.*

Altre caratteristiche generali e comuni a quasi tutti i dispositivi fisici sono:

- *ripetitività.*
- *capacità del buffer,*
- *formati dei dati supportati (ad esempio, BGL, VDF, HPGL, HPGL/2),*

Per materiali di consumo si intendono i materiali utilizzati per eseguire il lavoro che non possono più essere recuperati (si guastano o si consumano)

Plotter per incisione ad alte prestazioni con controllo digitale dei servomotori

In ambienti CAD sono assolutamente necessari plotter ad alte prestazioni

- *livello di rumore,*
- *alimentazione,*
- *assorbimento,*
- *temperatura di funzionamento,*
- *protezioni EMI.*

MATERIALI DI CONSUMO

Per materiali di consumo si intendono i materiali utilizzati per il lavoro che non possono essere recuperati (perché soggetti a rotture o a consumo), come ad esempio i pennini, la carta, l'inchiostro, i dischetti (se presenti), i liquidi di pulizia, il toner, ecc. É sempre meglio utilizzare materiali di consumo di buona qualità poiché, in caso contrario, non verrebbero sfruttate tutte le potenzialità dell'apparecchiatura; ad esempio, una carta di scarsa qualità può influire sulla definizione del disegno. Alcuni costruttori di plotter forniscono anche la carta che, anche se generalmente più costosa, permette di ottenere risultati migliori. Nei plotter termici è possibile regolare la qualità del disegno applicando una maggiore o una minore quantità di calore alla carta, ma la carta termica deve essere compatibile con i livelli di calore prodotti dal plotter.I plotter a pennino possono utilizzare diversi tipi di penne, con diverso spessore, colore, o tipo di punta. I pennini possono essere usa e getta, con punta a sfera, oppure ricaricabili con inchiostro di china. Di più comodo utilizzo sono quelli a secco, anche se normalmente sono più costosi. Le penne sintetiche tendono dopo poco tempo a variare lo spessore della punta, per cui devono essere sostituite molto spesso. I pennini con punta in acciaio non presentano questo problema, ma a volte si otturano, per cui devono essere puliti o sostituiti. É importante non lasciare mai i pennini senza cappuccio poiché, seccandosi l'inchiostro, la qualità della traccia diminuisce o addirittura scompare. La maggior parte dei plotter moderni è dotata di penne con cappucci in caucciù, che garantiscono una buona chiusura delle punte evitandone l'essicamento.

Il linguaggio utilizzato comunemente è stato introdotto inizialmente dalla Hewlett-Packard con la sigla HPGL (Hewlett Packard Graphics Language)

LO STANDARD HPGL

Per comunicare al plotter come e cosa deve disegnare è necessario inviare determinati comandi relativi al posizionamento della penna, alla dimensione del pennino, alle coordinate delle linee, ecc. Il linguaggio normalmente utilizzato è stato introdotto inizialmente dalla Hewlett-Packard e chiamato *HPGL* (*Hewlett Packard Graphics Language*). Recentemente questo linguaggio è stato modificato e il nuovo prodotto, chiamato *HPGL/2*, conferisce una maggior velocità al plotter e consente l'esecuzione di disegni più complessi. In questa nuova versione la codificazione polilinea comprime i dati in un file grafico, eseguendo il trasferimento degli stessi tra il calcolatore e il plotter in un tempo pari al 25% di quello impiegato in precedenza. In questo modo il calcolatore viene liberato più rapidamente a favore di altre applicazioni.

Altre migliorie dello standard HPGL/2 sono:

- *maggior controllo sulle caratteristiche delle linee,*
- *miglior definizione delle superfici,*
- *miglior controllo delle immagini,*
- *maggior efficacia per le immagini,*
- *maggior velocità di traccia,*
- *qualità del disegno superiore.*

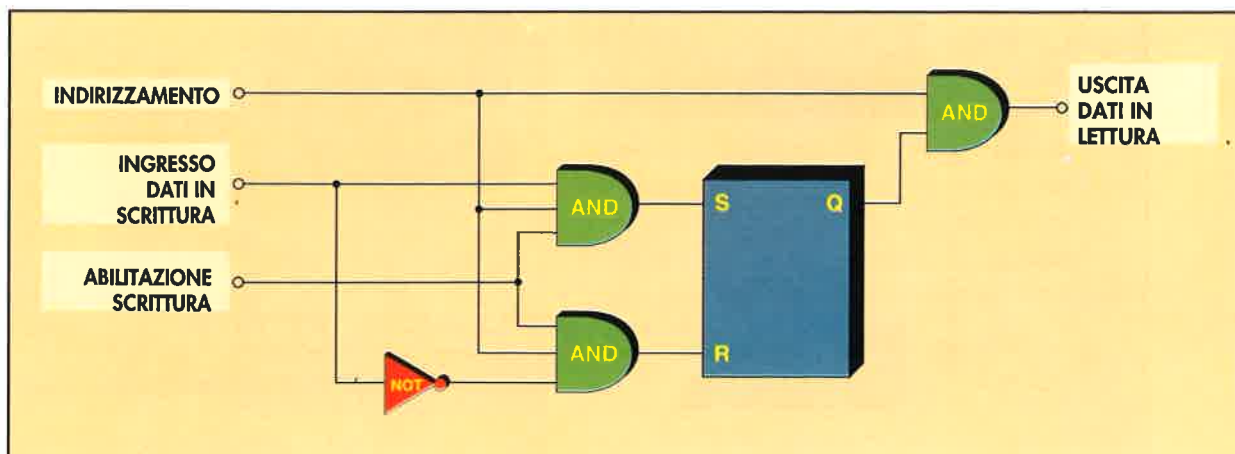
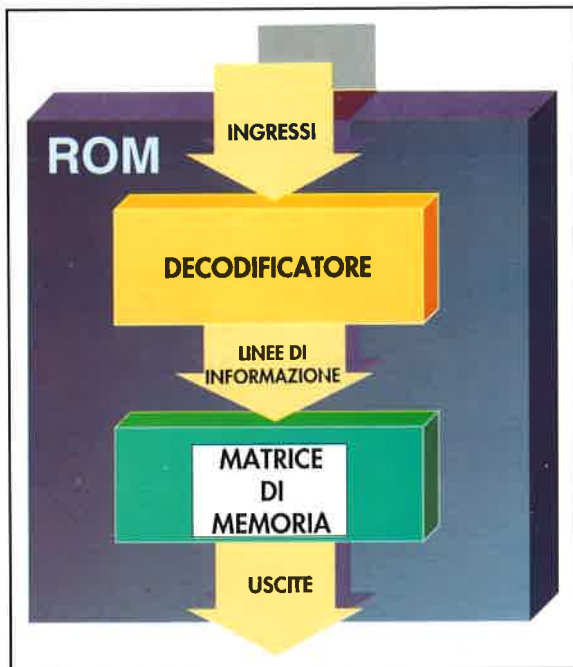
Le memorie

Un aspetto importantissimo che coinvolge la maggior parte dei calcolatori è relativo allo spazio necessario per contenere l'informazione che il sistema sta elaborando. A questo proposito sono stati sviluppati numerosi metodi per immagazzinare le informazioni digitali, definiti genericamente memorie.

L'evoluzione dei sistemi elettronici si prepone di raggiungere determinati obiettivi: alta velocità, possibilità di memorizzare una grande quantità di dati e basso costo.

In questo capitolo verranno esaminate principalmente le memorie come elementi elettronici, ma ne esistono anche altre categorie, sempre dedicate alla memorizzazione di dati digitali, che sono state costruite con tecnologie completamente diverse, come le memorie magnetiche, quelle magneto-ottiche o quelle ottiche.

La memoria è un dispositivo che immagazzina temporaneamente o permanentemente l'informazione codificata, e la restituisce quando le viene richiesta. In un sistema elettronico possono essere presenti diversi tipi di memorie; tuttavia, in assenza di altre specifiche, il termine *memoria* è generalmente riferito alla memoria principale dell'unità centrale del calcolatore. Il raggiungimento o meno degli obiettivi citati in precedenza dipende dal mezzo fisico utilizzato come supporto, dalla tecnologia utilizzata per la sua fabbricazione, dal modo in cui vengono scritti e letti i dati, ecc. In commercio esistono diversi tipi di memorie elettroniche, che presentano una tale differenziazione

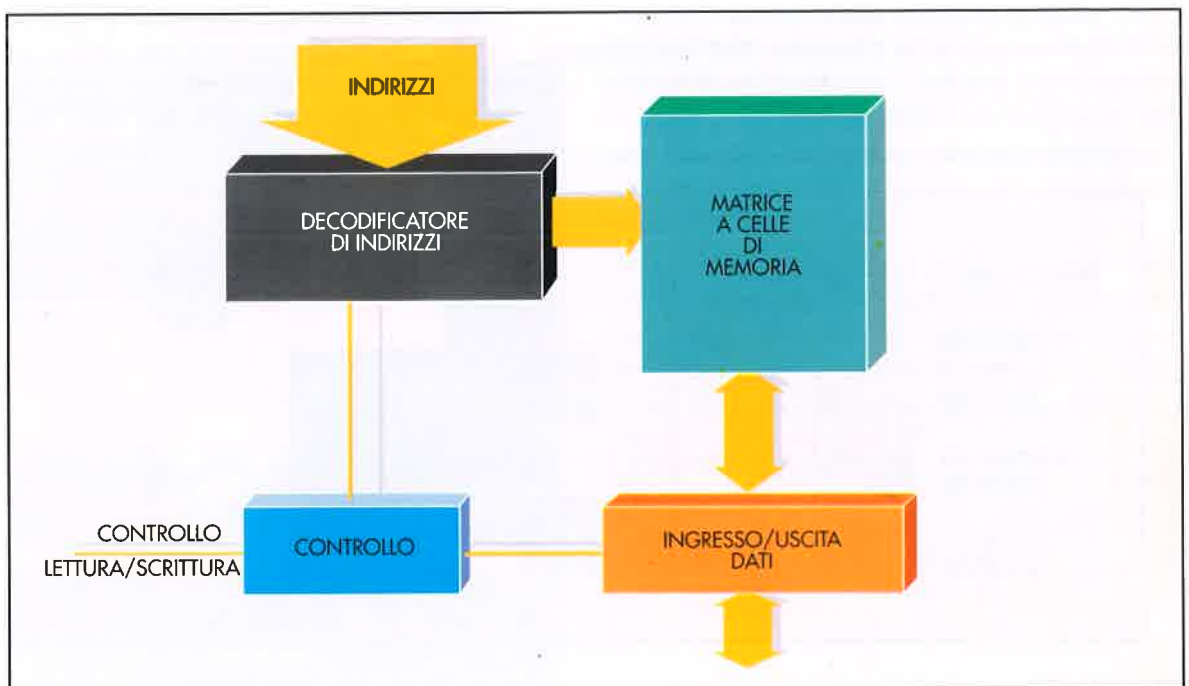
Una memoria può essere realizzata con un bistabile ed alcune porte AND

Schema a blocchi di una memoria ROM

nelle caratteristiche da rendere più facile la scelta che il progettista deve fare per una determinata applicazione. In questo e nei capitoli successivi verranno descritte le caratteristiche e il principio di funzionamento delle memorie integrate attuali, prescindendo dalle memorie di altro tipo come gli hard disk, i floppy, i nastri di backup e, in generale, da tutte quelle che non appartengono alla famiglia dei circuiti elettronici integrati.

CARATTERISTICHE E TIPI DI MEMORIE

Le memorie si differenziano tra di loro principalmente per:
- *tempo di accesso,*
- *capacità di immagazzinamento,*
- *tecnologia costruttiva,* come ad esempio il laser, le bolle magnetiche, ecc.
- *supporto fisico.*

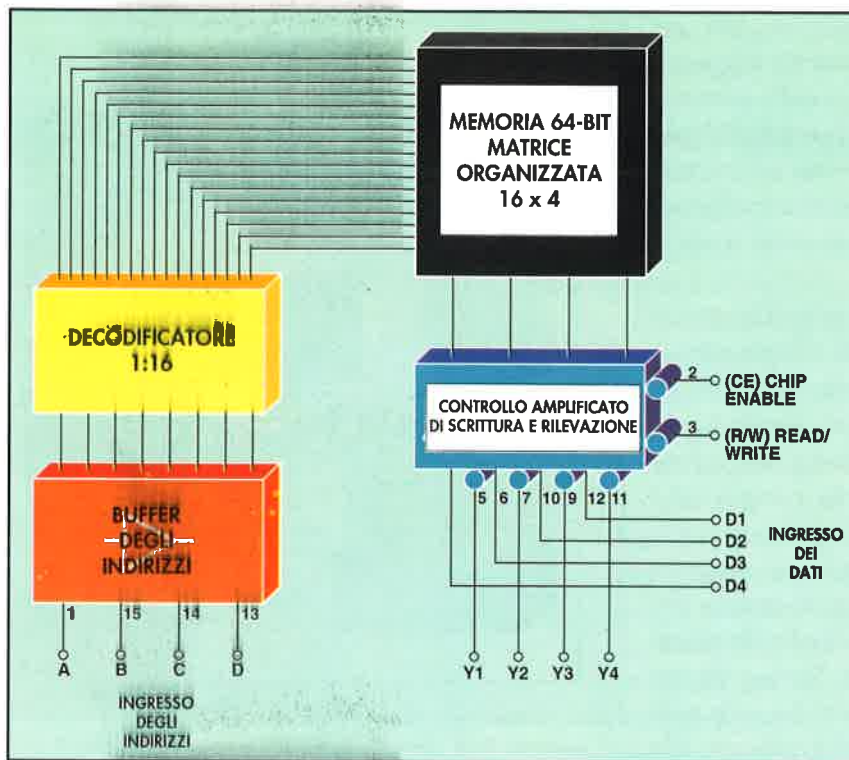
Data l'enorme quantità di tipi, tecnologie, e sistemi che si possono incontrare nel mondo delle memorie integrate, si è considerato più opportuno per il loro studio classificarle secondo un criterio legato alle loro applicazioni e, nell'ambito di ciascuna di queste, in funzione della tecnologia utilizzata per la loro costruzione. Con questo sistema è possibile apprezzarne meglio le differenze esistenti tra i diversi dispositivi di memoria disponibili per una determinata applicazione.
In base a questa classificazione si possono distinguere quattro gruppi principali:
- *memorie ad accesso casuale:* adatte per applicazioni nelle quali è necessario leggere e scrivere in qualsiasi posizione di memoria, accedendo direttamente alla stessa;

Una memoria RAM è formata principalmente da un decodificatore di indirizzi e da una matrice di celle di memoria

- *memorie ad accesso sequenziale:* utili per applicazioni nelle quali è necessario leggere o scrivere parte o tutto il contenuto della memoria in forma sequenziale e per ordine di posizione;
- *memorie a contenuto permanente:* utilizzate in quelle applicazioni in cui è necessario effettuare solo la lettura dei dati memorizzati, e non è richiesta una loro modifica;
- *memorie associative:* utilizzate in quei casi in cui è necessario sapere se una informazione è o meno presente in memoria, senza dover leggere o conoscere la posizione in cui si trova.

In questi quattro grandi gruppi è possibile fare una ulteriore suddivisione che comprende i seguenti sottogruppi:

- *memoria centrale:* è quella in cui vengono memorizzati i dati e le istruzioni proprie dei programmi e i risultati intermedi e finali ricavati dall'elaborazione degli stessi. Si trova sia nell'unità centrale di elaborazione che nelle periferiche di ingresso e uscita, ed è collegata alla CPU attraverso i bus di sistema. La sua capacità è limitata dalle caratteristiche intrinseche del processore. Nei computer a otto bit è normalmente di 64 Kbyte; tuttavia, sfruttando tecniche particolari, in certi processori la capacità di memoria può raggiungere e anche superare il Mbyte;
- *memoria interna:* è anche conosciuta con il nome di memoria tampone o *buffer*. Si tratta di un modulo di memoria che immagazzina temporaneamente una informazione quando questa viene trasferita dalla memoria centrale a una periferica, o viceversa. Viene utilizzata per accorciare al massimo il tempo che l'unità centrale impiega per stabilire l'accesso alla periferica. Quasi tutte le stampanti sono provviste di una memoria tampone. Il trasferimento dei dati con una unità disco avviene sfruttando una zona della memoria centrale che agisce come memoria intermedia;
- *memoria virtuale:* è un insieme hardware e software con il quale si può ottenere una simulazione di espansione della memoria reale per mezzo di un traduttore dinamico di indirizzi e di una tabella di memorizzazione degli indirizzi reali e virtuali. Con questo metodo si ottiene un'espansione graduale del sistema, specialmente in quelle configurazioni in linea nelle quali la dimensione può rappresentare un ostacolo. Questa espansione consente di mantenere completamente in memoria anche file di grandi dimensioni. La parte di spazio teoricamente indirizzabile sarà quella che apparirà effettivamente all'utente come memoria reale;
- *memoria cache:* è una memoria con una velocità che supera addirittura quella della memoria centrale; per contro, il suo costo è molto più elevato. In questa memoria vengono immagazzinati i dati

Le memorie RAM sono il mezzo di comunicazione che il calcolatore utilizza per comunicare con le periferiche

Tra le memorie associative si segnalano quelle indicate con la sigla CAM, Content Adressable Memory (memoria dal contenuto indirizzabile)

Schema a blocchi di una memoria di tipo comune

che hanno più probabilità di essere letti. Viene allocata tra il microprocessore e la memoria centrale;

- *memoria dinamica:* è una memoria nella quale l'informazione viene persa con il passare del tempo, per cui deve essere continuamente rigenerata per mantenere i dati sempre integri;

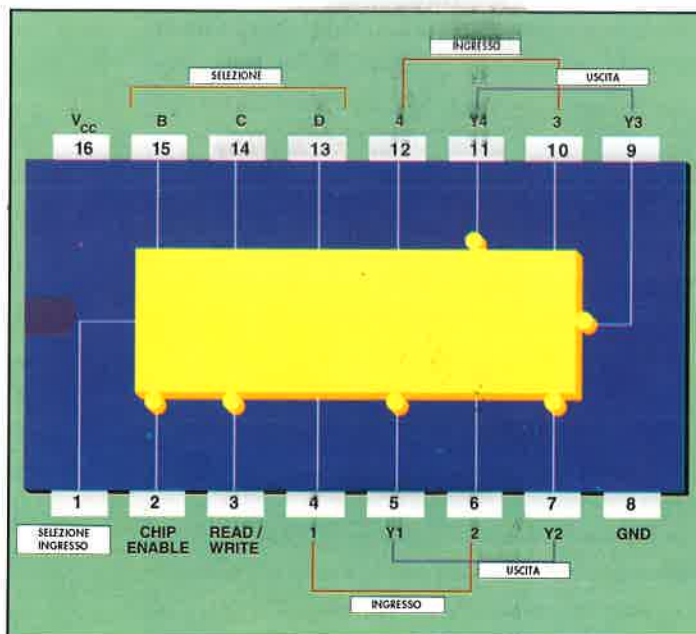
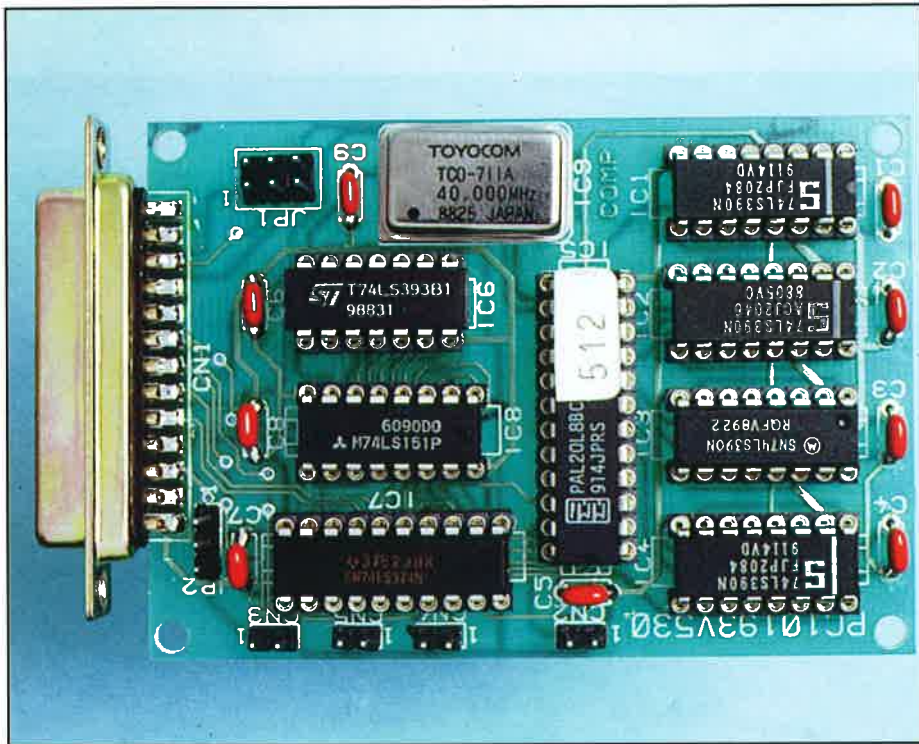
- *memoria statica:* in questo tipo di memoria l'informazione non deve essere rigenerata;

- *memoria volatile:* se una memoria perde completamente il suo contenuto quando viene a mancare la tensione di alimentazione si è in presenza di una memoria di tipo volatile. Al contrario, in una memoria *non volatile* l'informazione memorizzata viene mantenuta anche se viene a mancare la tensione di alimentazione;

- *memoria RAM:* in inglese corrisponde alle iniziali di *Random Access Memory*, o memoria ad accesso casuale. Questo dispositivo offre la possibilità di leggere e scrivere le informazioni, e costituisce la memoria centrale del sistema a microprocessore;

- *memoria ROM:* in inglese corrisponde alle iniziali di *Read Only Memory*, o memoria a sola lettura. Questo è un dispositivo nel quale è possibile unicamente, come del resto indica il suo nome, leggere e non scrivere. Questa memoria viene programmata in fase di costruzione, e l'utente non può variarne il contenuto. I dati che questa contiene sono generalmente relativi ai programmi di controllo, ma può essere utilizzata anche per eseguire calcoli o per contenere software particolari.

Nei prossimi capitoli verrà presa in esame ogni singola categoria di memorie citata precedentemente, e alcuni altri componenti simili derivati dai dispositivi fondamentali particolarmente significativi per il tipo di applicazione a cui sono destinati.

Schema di collegamento di una memoria RAM

PROGRAMMA DI CONTROLLO DEL GENERATORE DI SEGNALI TTL

Già in precedenti occasioni si era parlato dell'evoluzione degli strumenti e dei sistemi elettronici, che ha permesso di affidare completamente al computer le funzioni di controllo, di calcolo, e di rappresentazione dei risultati.

Al circuito presentato nelle pagine precedenti viene abbinato un programma in grado di eseguire le funzioni di controllo

Questo sviluppo ha consentito di eliminare tutti i circuiti, i commutatori e gli indicatori necessari per il loro funzionamento, riducendo notevolmente il costo dell'apparecchiatura finale. In questo modo, uno strumento di misura ha bisogno solamente di un hardware che agisca come interfaccia tra il calcolatore e il mondo esterno, e di un software per il suo controllo.

Funzionando come generatore il circuito utilizza un segnale di clock per il riferimento di frequenza

Il generatore TTL proposto è un fedele riflesso di questa filosofia di progettazione, e pertanto al circuito presentato nel capitolo precedente viene associato un programma in grado di realizzare le funzioni di controllo che completano lo strumento.

Installazione del circuito

Prima di iniziare la descrizione del programma di controllo, è opportuno ricordare il sistema per collegare il circuito al computer. Il primo passo è quello di selezionare l'indirizzo di abilitazione con il ponticello JP1, agendo come indicato nella descrizione del circuito. Se si sceglie la porta parallela l'indirizzo deve essere E1, e il ponticello JP2 deve essere posizionato in corrispondenza dell'alimentazione esterna. Se non vi sono altri circuiti collegati al decodificatore di indirizzi si consiglia di selezionare questa impostazione poiché è quella utilizzata per default dal programma. Dopo aver verificato che il computer e il generatore non sono alimentati, bisogna collegare il circuito al decodificatore di indirizzi o alla porta parallela tramite il cavo di collegamento descritto in precedenza. Se si utilizza la porta parallela bisogna applicare una tensione di alimentazione esterna al connettore CN3, e più precisamente i +5 V al terminale 1, e la massa al terminale 2. Prima di fornire tensione al computer o al generatore, è opportuno verificare che i collegamenti siano stati eseguiti correttamente; successivamente è possibile eseguire il programma di controllo.

Per controllare il circuito tramite la porta parallela è necessario alimentarlo esternamente attraverso il connettore CN3

Il decodificatore di indirizzi può essere collegato con il circuito ed il computer non alimentati

Il contenuto del dischetto

Il dischetto relativo al generatore/divisore TTL contiene tutti i file necessari per il controllo dello

Lo schermo di selezione consente di configurare l'indirizzo di abilitazione del circuito e la modalità di funzionamento. Per ritornare al sistema operativo bisogna attivare il pulsante USCIRE

Per attivare un determinato controllo senza utilizzare il mouse bisogna spostarsi sullo stesso premendo il tasto TAB, e successivamente premere il tasto ENTER per selezionarlo

strumento, e quelli richiesti per la programmazione della memoria programmabile PAL20L8 montata sul circuito. Di seguito vengono elencati i loro nomi e il loro contenuto:

INSTALL.BAT - questo programma crea una directory sul disco C: nella quale vengono copiati tutti i file relativi al programma di controllo;

DIVISORE.EXE - è il programma di controllo vero e proprio dello strumento;

DIVISORE.UIR - contiene gli schermi grafici del programma di controllo. Deve sempre essere presente nella stessa directory in cui si trova il file DIVISORE.EXE;

SELECT.UIR - contiene lo schermo grafico che consente di selezionare l'indirizzo di abilitazione del generatore. Deve sempre essere presente nella stessa directory del file DIVISORE.EXE;

DIVISORE.BAS - file sorgente del programma di controllo, scritto per essere eseguito o compilato in ambiente LabWindows;

PCS512.INP - contiene le equazioni per il dispositivo programmabile PAL20L8 installato sul circuito;

PCS512.JED - file per la programmazione del dispositivo in formato JEDEC;

PCS512.DOC - contiene le indicazioni relative ai terminali del dispositivo.

INSTALLAZIONE DEL PROGRAMMA

Anche se l'installazione del programma potrebbe essere eseguita copiando semplicemente i file necessari all'interno di una qualsiasi directory presente sull'hard disk, si è preferito realizzare e fornire un semplice programma di installazione che semplifica questa operazione all'utente. Se si desidera copiare i file in una directory diversa da quella definita dal programma di installazione, o in un'altra unità del disco rigido, bisogna verificare che all'interno di questa non vi siano già altri programmi installati, poiché potrebbero verificarsi dei conflitti durante l'esecuzione.

Per procedere all'installazione bisogna inserire il floppy nell'unità corrispondente e posizionarsi si di essa (A: o B:). In seguito bisogna digitare *INSTALL* e premere il tasto *ENTER*. Il programma di installazione procede creando la directory *GENTTL* sul disco C: e copiando al suo interno tutti i file necessari per il funzionamento del programma di controllo.

Per lanciare il programma è necessario posizionarsi nella directory GENTTL del disco C: (eseguendo il comando CD GENTTL), e al prompt digitare *DIVISORE* premendo il tasto *ENTER*.

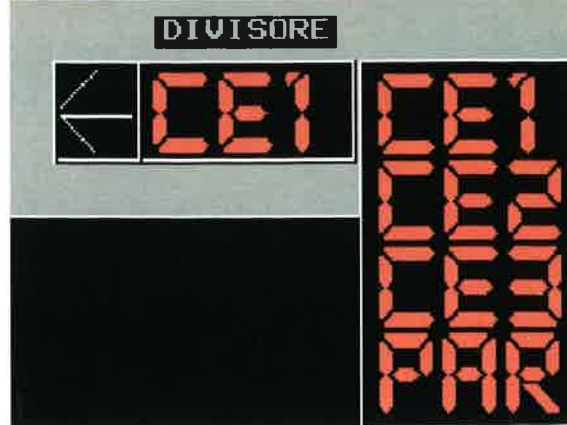
Per eseguire un determinato comando senza utilizzare il mouse, bisogna agire sul tasto TAB premendolo finché il nome del comando desiderato non risulta evidenziato o non compare un riquadro di selezione all'interno dell'etichetta. Per l'attivazione dello stesso è sufficiente premere il tasto *ENTER* se si tratta di un pulsante, mentre negli altri casi è necessario selezionare l'opzione desiderata utilizzando le frecce direzionali.

Se si ha a disposizione il mouse invece, è sufficiente posizionarne il cursore sul comando che si desidera attivare e successivamente premere il pulsante sinistro del mouse stesso.

Tramite il pannello di configurazione si seleziona l'indirizzo del circuito, che deve coincidere con quello impostato con il ponticello JP1 dello stesso. Conclusa questa operazione, con il tasto USCIRE si può tornare al pannello iniziale

Avviando il programma appare sullo schermo un pannello di controllo dotato di quattro pulsanti. Il primo di questi che deve essere attivato è CONFIGURARE

SCHERMO DI SELEZIONE

Quando il programma viene avviato compare sullo schermo un pannello di controllo con quattro pulsanti.
Il primo di questi è CONFIGURARE, che deve essere subito attivato per ottenere la visualizzazione del pannello di configurazione, nel quale bisogna impostare lo stesso indirizzo di abilitazione che è stato impostato sul circuito: CE1, CE2 o CE3 se si utilizza il decodificatore di indirizzi, oppure PAR se il collegamento è stato fatto tramite la porta parallela. Dopo aver effettuato questa selezione, premendo il tasto USCIRE che si trova alla destra dell'indicatore, l'indirizzo selezionato viene memorizzato mentre il programma è attivo. In precedenza si è detto che il circuito può operare in due modalità diverse, come generatore di segnali TTL o come divisore di frequenze esterne. Per non complicare la comprensione dei pannelli di controllo si è deciso di realizzare due diversi programmi, uno per ciascuna delle modalità di funzionamento.
Se si desidera che il circuito funzioni come generatore di segnali TTL con riferimento interno bisogna attivare il tasto GENERATORE TTL, mentre se si utilizza come divisore di frequenze esterne si deve premere il pulsante DIVISORE TTL.
Il quarto pulsante di questo pannello di controllo iniziale delle impostazioni serve per ritornare al programma operativo DOS ed è siglato con USCIRE.

Se si utilizza la porta parallela il ponticello deve essere posizionato su CE1 e bisogna selezionare l'opzione PAR

CONTROLLO DEL DIVISORE

Dopo aver selezionato il funzionamento come divisore TTL tramite l'attivazione del pulsante DIVISORE TLL presente sul pannello principale, compare sullo schermo un altro pannello la cui struttura ricorda il pannello frontale di un divisore di frequenza.
Sulla parte inferiore sinistra si trova l'interruttore POWER. Portandolo nella posizione 1 si accende il LED di segnalazione verde posizionato alla sua destra per indicare che lo strumento è stato attivato. Contemporaneamente si illuminano anche gli indicatori presenti sul pannello.

L'attivazione del controllo si ottiene portando il commutatore POWER sulla posizione 1. Per tornare al primo pannello di selezione si deve riportare il commutatore su 0

FATTORE DI DIVISIONE PER 10

DIVISORE	Q3	Q2	Q1	Q0	FATTORE3
1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1	1
100	0	0	1	0	2
1000	0	1	0	0	4
10000	0	1	1	0	6
100000	1	0	0	0	8
1000000	1	0	1	0	10
10000000	1	1	0	0	12
100000000	1	1	1	0	14

La selezione del fattore di divisone per 10 si realizza tramite i quattro bit meno significativi del registro

Tramite l'indicatore DIVISORE1 si può selezionare il fattore di divisione per 10

Gli indicatori contrassegnati con DIVISORE1 e DIVISORE2 eseguono entrambi la funzione di commutazione. Il primo viene utilizzato per selezionare il fattore di divisione per 10, da 1 a 100.000.000, mentre il secondo serve per selezionare il fattore di divisione per 2, da 1 a 128. La selezione del fattore di divisione può essere effettuata per entrambe le scale in due diverse modalità. La più veloce prevede lo spostamento del cursore sull'indicatore e l'attivazione del tasto sinistro del mouse che abilita la visualizzazione di un menu a tendina nel quale è possibile selezionare il valore desiderato tra quelli elencati. Il secondo metodo consiste nel posizionarsi con il cursore sulle frecce poste alla sinistra degli indicatori: premendo la freccia superiore il valore del fattore di divisione diminuisce, mentre premendo quella inferiore aumenta.

Il terzo indicatore, DIVISIONE TOTALE, visualizza il valore del fattore di divisione complessivo derivato dai due divisori parziali, espresso in termini esponenziali.

Per uscire dal programma si deve riportare l'interruttore POWER sul valore 0, in modo da ritornare al pannello di selezione iniziale.

CONTROLLO DEL GENERATORE

Per selezionare il funzionamento come generatore TTL bisogna premere il pulsante GENERATORE TTL presente sul pannello di selezione iniziale. Sullo schermo compare un'altra videata che emula il pannello frontale dello strumento. Per attivarlo si deve operare come in precedenza, portando l'interruttore POWER nella posizione 1. Gli indicatori DIVISORE1 e DIVISORE2 funzionano come nel caso precedente. Al contrario del caso precedente, il valore della frequenza del segnale di riferimento è un parametro conosciuto con precisione, per cui l'indicatore che in precedenza era destinato alla rappresentazione della divisione risultante è stato sostituito con un altro che riporta sullo schermo la frequenza e il periodo del segnale di uscita.

Il collegamento del decodificatore di indirizzi si ottiene per mezzo di un cavo piatto

Per uscire dal programma bisogna riportare il commutatore POWER sulla posizione 0; in questo modo si ritorna al pannello di selezione iniziale

FATTORE DI DIVISIONE PER 2

DIVISORE	Q6	Q5	Q4	FATTORE2
1	0	0	0	0
2	0	0	1	16
4	0	1	0	32
8	0	1	1	48
16	1	0	0	64
32	1	0	1	80
64	1	1	0	96
128	1	1	1	112

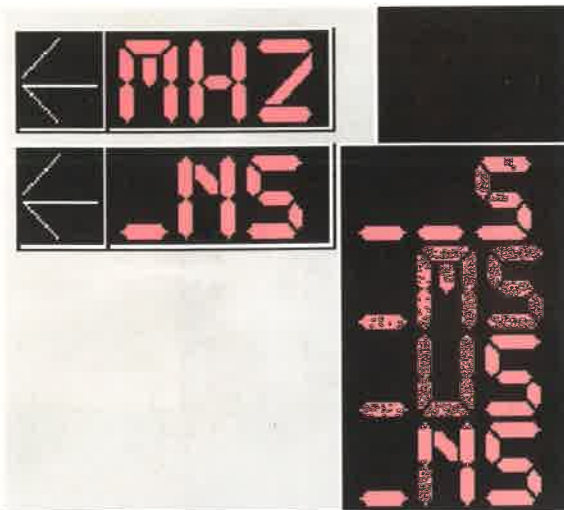
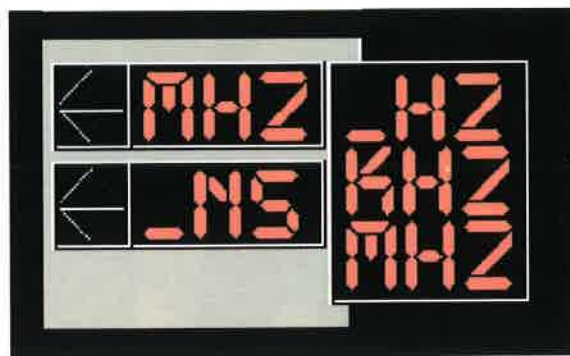
Il fattore di divisione per 2 si seleziona con i bit Q4, Q5 e Q6 del registro di controllo

Per mezzo dell'indicatore DIVISORE2 si imposta il fattore di divisione per 2

Alla destra di ciascun indicatore ne compare un altro che indica le unità di misura e funziona in modo simile ai divisori. É possibile selezionare l'unità di misura che si desidera per i valori di frequenza e periodo che compaiono sullo schermo, ma modificando uno qualsiasi dei divisori le scale si autoregolano al nuovo valore. Se si desidera che l'unità di misura sia diversa da quella visualizzata è necessario eseguire nuovamente il cambio di scala. Se l'unità di misura selezionata è troppo grande o troppo piccola, la lettura della frequenza o del periodo viene presentata in forma esponenziale.
Per ritornare al pannello principale è sufficiente riportare l'interruttore POWER nella posizione iniziale (0).

Il pannello relativo al generatore si attiva in modo analogo al precedente

ALTRI PROGRAMMI DI CONTROLLO

Il generatore di segnali TTL può essere molto utile se usato come strumento indipendente, non abbinato ad altri dispositivi. Diventa invece essenziale per i sistemi di elaborazione dati di dimensioni e prestazioni maggiori che richiedono una base dei tempi estremamente precisa e stabile. Gli analizzatori logici, i generatori di funzione o i sistemi di acquisizione dati, ad esempio, necessitano di una base dei tempi ottimamente calibrata per eseguire le loro funzioni correttamente. Per poter utilizzare il dispositivo proposto anche in abbinamento a questi sistemi, viene fornito un programma di controllo in Basic che, con piccole modifiche, può essere inserito in altri programmi che richiedono il controllo del generatore TTL come base dei tempi.
Come si è potuto notare dallo schema elettrico del circuito, la selezione del segnale di ingresso e dei divisori avviene per mezzo del registro di control-

La scala del periodo può essere modificata allo stesso modo della scala delle frequenze

Il fattore di scala della frequenza può essere modificato agendo sull'indicatore posizionato sulla destra

lo, vale a dire tramite un dato a otto bit. Il caricamento del registro si esegue direttamente dall'elaboratore utilizzando il comando Basic:

OUT indirizzo,dato

Se il circuito è controllato dal decodificatore di indirizzi, l'indirizzo da inserire nella riga di comando precedente è 768 se si è posizionato il ponticello di selezione su E1, 776 per E2, e 784 per E3. Se si utilizza invece la porta parallela (LPT1) il valore da inserire è 888.

Il dato che deve essere inviato è un numero intero compreso tra 0 e 255, che si ottiene come risultato della somma di tre fattori chiamati fattore1, fattore2 e fattore3. Per calcolare il dato si eseguono i seguenti passaggi:

1 - modalità di funzionamento (fattore1)

si seleziona tramite il bit più significativo Q7 del registro di controllo. Se si desidera che il circuito funzioni come generatore, Q7 deve essere impostato a 0, per cui il parametro fattore1 deve essere 0. Per fare in modo che funzioni come divisore Q7 deve essere impostato ad 1, il che significa che fattore1 deve essere 128;

2 - divisione per 2 (fattore2)

si seleziona tramite i bit Q4, Q5, e Q6. La divisione per 1 richiede che i tre bit devano essere impostati tutti a 0, per cui fattore2 deve avere valore 0. Con i tre bit a 1 la divisione è selezionata per 128, e fattore2 deve essere impostato a 112. I valori rimanenti si possono ricavare dalla tabella riportata nella figura corrispondente;

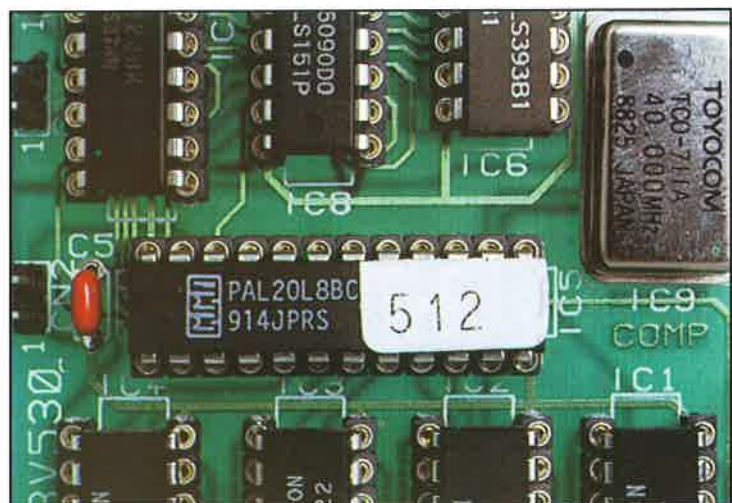
MODALITA' DI FUNZIONAMENTO

MODO	Q7	FATTORE1
GENERATORE	0	0
DIVISORE	1	128

Il bit più significativo del registro indica la modalità di funzionamento del circuito

3 - divisione per 10 (fattore3)

la selezione si esegue con i quattro bit meno significativi del registro, che vanno da Q0 a Q3. Con i quattro bit a 0 la divisione è per 1, e il valore di fattore3 vale 0. La divisione massima, per 100.000.000, si ottiene con i bit da Q1 a Q3 a 1 e con Q0 a 0, per cui il fattore3 corrisponde a 14. Nella tabella riportata nella relativa figura si

I selettori 2:1 e 9:1 sono compresi nel circuito logico programmabile PAL20L8

possono ricavare i valori che deve assumere fattore3 negli altri casi.

4 - calcolo del dato

il valore che deve essere inviato al registro di controllo è:

dato = fattore1 + fattore2 + fattore3

Anche se il dato può essere ricavato a partire dal valore dei divisori desiderati, utilizzando funzioni matematiche come i logaritmi, si consiglia di utilizzare l'assegnazione diretta del dato, poiché gli errori di arrotondamento che si verificano in queste funzioni possono causare dei problemi nel funzionamento del circuito.

Il programma proposto di seguito assegna il valore del dato seguendo i passi indicati in precedenza.

```
REM * L'indirizzo del circuito si assegna nella variabile INDIRIZZO%
CLS
INDIRIZZO% = 4
WHILE INDIRIZZO% = 4
INPUT "INDIRIZZO ATTIVO (0-PARALLELO / 1-CE1 / 2-CE2 / 3-CE3)=";INDIRIZZO%
SELECT CASE INDIRIZZO%
CASE 0
INDIRIZZO% = 888
CASE 1
INDIRIZZO% = 768
CASE 2
INDIRIZZO% = 776
CASE 3
INDIRIZZO% = 784
CASE ELSE
INDIRIZZO% = 4
END SELECT
WEND
USCIRE% = 1
WHILE USCIRE% = 1
REM * Le linee INPUT saranno eliminate quando il programma viene conglobato
REM * negli altri programmi, assegnando i valori corrispondenti
REM * direttamente alle variabili MODO% DIVISORE2% e DIVISORE10%.
CLS
INPUT "MODALITA' DI FUNZIONAMENTO (0-GENERATORE / 1-DIVISORE)=";MODO%
INPUT "FATTORE DI DIVISIONE PER 2 (1..128)=";DIVISORE2%
INPUT "FATTORE DI DIVISIONE PER 10 (1..100000000)=";DIVISORE10%
REM * Se si assegna un valore errato alle variabili precedenti si
REM * rifletterà sulla variabile ERRORE%
ERRORE% = 0
REM * Scelta del FATTORE1 - Modalità di funzionamento
SELECT CASE MODO%
CASE 0
FATTORE1% = 0
CASE 1
FATTORE1% = 128
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Scelta del FATTORE2 - Fattore di divisione per 2
SELECT CASE DIVISORE2%
CASE 1
FATTORE2% = 0
CASE 2
FATTORE2% = 16
CASE 4
FATTORE2% = 32
CASE 8
FATTORE2% = 48
CASE 16
FATTORE2% = 64
CASE 32
FATTORE2% = 80
CASE 64
FATTORE2% = 96
CASE 128
FATTORE2% = 112
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Scelta del FATTORE3 - Fattore di divisione per 10
SELECT CASE DIVISORE10%
CASE 1
FATTORE3% = 1
CASE 10
FATTORE3% = 0
CASE 100
FATTORE3% = 2
CASE 1000
FATTORE3% = 4
CASE 10000
FATTORE3% = 6
CASE 100000
FATTORE3% = 8
CASE 1000000
FATTORE3% = 10
CASE 10000000
FATTORE3% = 12
CASE 100000000
FATTORE3% = 14
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Se non si è verificato alcun errore il dato viene inviato al circuito
IF ERRORE = 1 THEN
ERRORE% = 0
CLS
PRINT "!!!ERRORE NELL'INTRODUZIONE DEI DATI!!!"
BEEP
ELSE
DATO% = FATTORE1% + FATTORE2% + FATTORE3%
OUT INDIRIZZO%, DATO%
END IF
PRINT
PRINT
INPUT "INVIARE ALTRO DATO? (0-NO / 1-SI)";USCIRE%
WEND
```